Также предполагается организовать возможность задания экспертных оценок связей причин отказов и их проявлений не в табличной форме, а в виде функций, что позволит разрабатывать гораздо более гибкие модели для определения причин отказов бортовых систем космического аппарата.

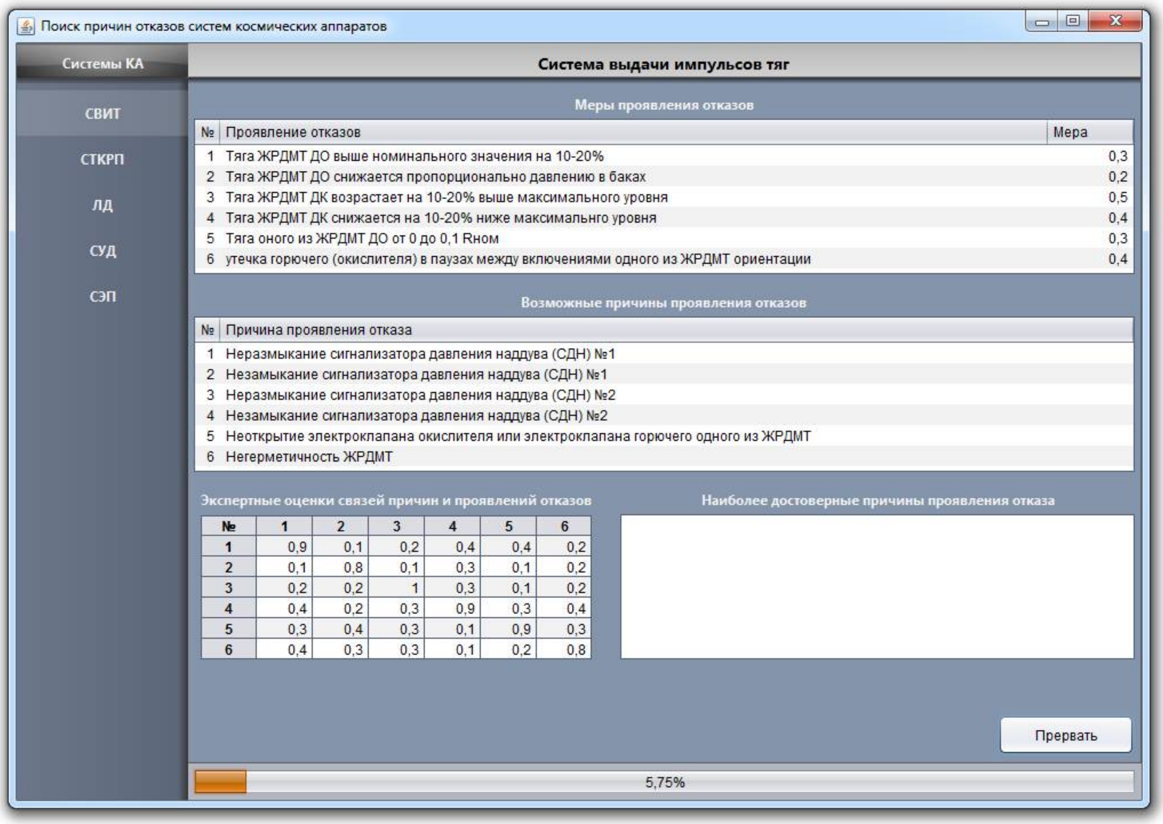

Рис. 1

Литература

1. Леоненков, А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [Текст]/А.В. Леоненков– Спб.: БХВ-Петербург, 2003.-736 с.

2. Нечеткая логика: алгебраические основы и приложения [Текст]/ Блюмин С.Л. Шуйкова И.А., Сараев П.В. и др. – Л.: ЛЭГИ, 2002. – 110 с.

3. Sanchez, E. Resolution of Composite Fuzzy Relation Equations/E. Sanchez // Information and Control. -1976.- Vol. 30. - P. 38-48.

Э.В. Лапшин, А.Н. Якимов, Н.К. Юрков

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С УЧЁТОМ ВЗЛЁТА И ПОСАДКИ НА ПОДВИЖНЫЙ ОБЪЕКТ

(Пензенский государственный университет)

Создание математической модели движения летательного аппарата (ЛА) с учетом взлета и посадки на подвижный объект (ПО) предусматривает в первую очередь выбор системы координат, обеспечивающих рациональное построение математической модели относительного движения ЛА и ПО на всех участках траектории движения.

При выборе систем координат для создания математической модели относительного движения ЛА и ПО необходимо учитывать специфику движения ПО и ЛА.

Специфика ПО заключается в том, что ПО может двигаться с переменной скоростью, подвержен качке, а также имеет взлетные и посадочные участки с соответствующим оборудованием. Взлетный участок ПО оборудован стартовыми задерживающими устройствами и взлетным трамплином. Посадочный участок ПО оборудован аэрофинишерами. Взлетный и посадочный участки ПО разнесены на значительное расстояние и находятся под углом друг к другу.

Для создания математической модели движения ЛА на всех участках траектории полёта с учётом взлёта и посадки на ПО выбрана следующая система координат:

– земная стартовая система координат $O_g X_g Y_g Z_g$;

– палубная система координат $O_п X_п Y_п Z_п$;

– корабельная система координат $O_к X_к Y_к Z_к$;

– связанная с ЛА система координат $OXYZ$.

Учитывая специфику движения ЛА в зоне ПО, а также взлёт и посадку на ПО, необходимо описать в математической модели движения ЛА координаты, скорости и элементы ПО, описанные в палубной и корабельной системах координат. В качестве инерциальной системы выбрана земная стартовая система координат.

Таким образом, возникает необходимость рассмотрение вопроса связи системы координат и возможности перехода из одной в другую.

Для получения формул перехода от одной системы координат к другой должны быть известны положение начала системы координат и угловая ориентация первой системы относительно второй.

Воспользуемся системой углов Эйлера, которой называют три угла (γ, ψ, υ), через тригонометрические функции которых можно определить все девять направляющих косинусов матрицы поворота.

В самом общем случае переход от неподвижной системы координат к подвижной осуществляется путём параллельного переноса до совмещения начала координат и трёх последовательных поворотов на три угла Эйлера, через тригонометрические функции которых можно определить направляющие косинусы матрицы поворота.

Составим матрицы перехода для приведённых выше систем координат.

Положение связанной системы координат относительно земной стартовой системы координат определяется тремя углами Эйлера [1]: углом тангажа υ; углом рыскания ψ; углом крена γ.

Матрица перехода имеет вид:

$$Mx \leftarrow x_g = \begin{Vmatrix} i_x & i_y & i_z \\ j_x & j_y & j_z \\ k_x & k_y & k_z \end{Vmatrix}. \quad (1)$$

Параметр x с индексом системы координат (для связанных с ЛА системы координат индекс отсутствует) означает элементы (координаты, скорости и элементы ЛА и ПО) выраженные в соответствующей системе координат.

Элементы матрицы перехода имеют вид:

$i_x = \cos\psi \cdot \cos\upsilon$;

$i_y = \sin\upsilon$;

$i_z = - \sin\psi \cdot \cos\upsilon$;

$j_x = - \cos\psi \cdot \sin\upsilon \cdot \cos\gamma + \sin\psi \cdot \sin\gamma$;

$j_y = \cos\upsilon \cdot \cos\gamma$;

$j_z = \cos\psi \cdot \sin\gamma + \sin\psi \cdot \sin\upsilon \cdot \cos\gamma$;

$\kappa_x = \cos\psi \cdot \sin\upsilon \cdot \sin\gamma + \sin\psi \cdot \cos\gamma$;

$\kappa_y = - \cos\upsilon \cdot \sin\gamma$;

$\kappa_z = \cos\psi \cdot \cos\gamma - \sin\psi \cdot \sin\gamma \cdot \sin\upsilon$. (2)

Аналогично положение корабельной системы координат относительно земной стартовой системы координат определяются углами $\upsilon_к$, $\psi_к$, $\gamma_к$.

Матрица перехода имеет вид:

$$Mx_k \leftarrow x_g = \begin{Vmatrix} i_x^{(k)} & i_y^{(k)} & i_z^{(k)} \\ j_x^{(k)} & j_y^{(k)} & j_z^{(k)} \\ k_x^{(k)} & k_y^{(k)} & k_z^{(k)} \end{Vmatrix}. \quad (3)$$

Элементы матрицы перехода описываются следующим образом:

$i_x=\cos\psi_к \cdot \cos\upsilon_к$;

$i_y=\sin\upsilon_к$;

$i_z=-\sin\psi_к \cdot \cos\upsilon_к$;

$j_x=-\cos\psi_к \cdot \sin\upsilon_к \cdot \cos\gamma_к+\sin\psi_к \cdot \sin\gamma_к$;

$j_y=\cos\upsilon_к \cdot \cos\gamma_к$;

$j_z=\cos\psi_к \cdot \sin\gamma_к+\sin\psi_к \cdot \sin\upsilon_к \cdot \cos\gamma_к$;

$\kappa_x=\cos\psi_к \cdot \sin\upsilon_к \cdot \sin\gamma_к+\sin\psi_к \cdot \cos\gamma_к$;

$\kappa_y=-\cos\upsilon_к \cdot \sin\gamma_к$;

$\kappa_z=\cos\psi_к \cdot \cos\gamma_к-\sin\psi_к \cdot \sin\gamma_к \cdot \sin\upsilon_к$. (4)

Матрица перехода из корабельной системы координат в палубную систему координат имеет вид:

$$Mx_k \leftarrow x_g = \begin{Vmatrix} i_x^{(0)} & i_y^{(0)} & i_z^{(0)} \\ j_x^{(0)} & j_y^{(0)} & j_z^{(0)} \\ k_x^{(0)} & k_y^{(0)} & k_z^{(0)} \end{Vmatrix}. \quad (5)$$

Оси x_k и $x_п$ корабельной и палубной систем находятся под углом друг к другу. Обозначим этот угол ψ_0. Тройка углов Эйлера имеет вид ψ_0; 0; 0;

Элементы матрицы перехода описываются следующим образом:

$i_x^{(0)} = \cos\psi_0;$
$i_y^{(0)} = 0;$
$i_z^{(0)} = -\sin\psi_0;$
$j_x^{(0)} = 0;$
$j_y^{(0)} = 1;$
$j_z^{(0)} = 0;$
$\kappa_x^{(0)} = \sin\psi_0;$
$\kappa_y^{(0)} = 0;$
$\kappa_z^{(0)} = \cos\psi_0.$ (6)

Матрица перехода из земной стартовой системы координат в палубную систему координат будет матрица, полученная как произведение их матриц:

$$Mx_n \leftarrow x_g = Mx_n \leftarrow x_к \times Mx_к \leftarrow x_g$$

$$Mx_п \leftarrow x_g = \begin{Vmatrix} i_x^{(п)} & i_y^{(п)} & i_z^{(п)} \\ j_x^{(п)} & j_y^{(п)} & j_z^{(п)} \\ k_x^{(п)} & k_y^{(п)} & k_z^{(п)} \end{Vmatrix}. \quad (7)$$

Элементы матрицы имеют вид:

$i_x^{(п)} = \cos\psi_0 \cdot \cos\upsilon_к \cdot \cos\psi_к - \sin\psi_0 \cdot (\cos\psi_к \cdot \sin\upsilon_к \cdot \sin\gamma_к + \sin\psi_к \cdot \cos\gamma_к);$
$i_y^{(п)} = \cos\psi_0 \cdot \cos\upsilon_к + \sin\psi_0 \cdot \cos\upsilon_к \cdot \sin\gamma_к;$
$i_z^{(п)} = -\cos\psi_0 \cdot \sin\psi_к \cdot \cos\upsilon_к - \sin\psi_0 \cdot (\cos\psi_к \cdot \cos\gamma_к - \sin\psi_к \cdot \sin\upsilon_к \sin\gamma_к);$
$j_x^{(п)} = -\cos\psi_к \cdot \sin\upsilon_к \cdot \cos\gamma_к + \sin\psi_к \cdot \sin\gamma_к;$
$j_y^{(п)} = \cos\upsilon_к \cdot \cos\gamma_к;$
$j_z^{(п)} = \cos\psi_к \cdot \sin\gamma_к + \sin\psi_к \cdot \sin\upsilon_к \cdot \cos\gamma_к;$
$\kappa_x^{(п)} = \sin\psi_0 \cdot \cos\psi_к \cos\upsilon_к + \cos\psi_0 \cdot (\cos\psi_к \cdot \sin\upsilon_к \cdot \sin\gamma_к + \sin\psi_к \cdot \cos\gamma_к);$
$\kappa_y^{(п)} = \sin\psi_0 \cdot \sin\upsilon_к - \cos\psi_0 \cdot \cos\upsilon_к \cdot ci n\gamma_к;$
$\kappa_z^{(п)} = -\sin\psi_0 \cdot \sin\psi_к \cos\upsilon_к + \cos\psi_0 \cdot (\cos\psi_к \cdot \cos\gamma_к - \sin\psi_к \cdot \sin\upsilon_к \cdot \sin\gamma_к).$ (8)

С учётом малости углов ψ_0, $\psi_к$, $\upsilon_к$ и $\gamma_к$ и, пренебрегая третьим порядком малости составляющих элементов матрицы, для практического применения элементы матрицы можно записать в виде:

$i_x^{(п)} = 1 - \psi_0 \cdot \psi_к;$
$i_y^{(п)} = \upsilon_к + \psi_0 \cdot \gamma_к;$
$i_z^{(п)} = -\psi_к - \psi_0;$
$j_x^{(п)} = -\upsilon_к + \psi_к \cdot \gamma_к;$
$j_y^{(п)} = 1;$
$j_z^{(п)} = \gamma_к + \upsilon_к \cdot \psi_к;$
$\kappa_x^{(п)} = \psi_0 + \upsilon_к \cdot \gamma_к + \psi_к;$
$\kappa_y^{(п)} = \psi_0 \cdot \upsilon_к - \gamma_к;$
$\kappa_z^{(п)} = -\psi_0 \cdot \psi_к + 1.$ (9)

Предложенная математическая модель позволяет моделировать взлёт и посадку летательного аппарата на подвижный объект. При этом учитывается специфика движения ЛА, которая заключается в его перемещении по ПО (рулежка, взлет, посадка с учетом движения самого ПО и специфического оборудования ЛА) и движении по воздушному участку с учетом влияния спутного следа от ПО.

Литература

1. Остославский, И.В. Динамика полёта/ И.В. Остославский, И.В. Стражева. – М.: Машиностроение, 1969. – 467 с.

А.М. Леднев, С.П. Орлов

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНЫМИ ЗАДАНИЯМИ В СЕТЕВОЙ СТРУКТУРЕ НЕФТЯНОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ P2P ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

(Самарский государственный технический университет)

Для эффективного управления вертикально-интегрированной нефтяной компанией (далее – ВИНК) требуется построить единое информационное пространство всех предприятий независимо от их географического расположения, интегрирующее все информационные ресурсы компании. В рамках данного информационного взаимодействия необходимо обеспечить эффективное выполнение большого числа проектов для получения соответствующего конкурентного преимущества. К таким проектам могут относиться: проектирование нового оборудования нефтеперерабатывающих производств, проведение геологоразведочных работ, реинжиниринг бизнес-процессов предприятия, проекты в области информационных технологий и прочие.

Современные ВИНК имеют сетевую организационную структуру управления, что позволяет получить эффективный вариант разграничения полномочий и связей, а также требуемый баланс между автономией и централизацией при реализации комплексных проектов различного уровня.

Сетевая организационная структура ВИНК представляется в виде:

$$\mathrm{M} = (\mathrm{U_M}, \mathrm{V_M}), \tag{1}$$

где U_M – множество исполнителей проектов в различных подразделениях предприятий ВИНК, объединенных в сетевую структуру; V_M – существующие связи между исполнителями; индекс M означает принадлежность множеств рассматриваемой сетевой структуре М.

Взаимодействие персонала такой организации может быть формализовано с помощью модели многоакторной интегрированной информационной среды [1, 2], позволяющей обеспечивать требуемую ритмичность обмена информацией между сотрудниками предприятия:

$$S_{P2P} = (U_{P2P}, V_{P2P}, F_{P2P}), \tag{2}$$

где U_{P2P} – множество акторов, V_{P2P} – множество одноранговых связей между акторами, $F_{P2P}: U_{P2P} \times U_{P2P} \to V_{P2P}$ – функция, задающая способ организации связей между акторами.